

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2014/47



ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	Z1-4231
Naslov projekta	Okoljski biomonitoring kemikalij s poudarkom na analizi težkih kovin, PAH-ov in MTBE v bližini prometnic in velikih točkovnih virov emisij v Sloveniji - epifitski lišaji kot primer na državnem nivoju izbranih bioindikatorskih organizmov
Vodja projekta	23000 Helena Poličnik
Tip projekta	Z Podoktorski projekt
Obseg raziskovalnih ur	2550
Cenovni razred	A
Trajanje projekta	07.2011 - 06.2013
Nosilna raziskovalna organizacija	1007 ERiCo Velenje Inštitut za ekološke raziskave d.o.o.
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	1 NARAVOSLOVJE 1.08 Varstvo okolja
Družbeno-ekonomski cilj	02. Okolje
Raziskovalno področje po šifrantu FOS	1 Naravoslovne vede 1.06 Biologija

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

2. Povzetek raziskovalnega projekta¹

SLO

S predlaganim raziskovalnim projektom smo določili **onesnaženost zraka v bližini različno obremenjenih prometnic** (ob avtocestah in državnih cestah) z onesnažili, kot so težke kovine, PAH-i in dušik, katerih zelo pomemben razpršeni vir emisij v okolju je tudi promet. Za ugotavljanje te onesnaženosti smo uporabili primerne akumulacijske in **odzivne bioindikatorje – epifitske lišaje**, ki so bili kot primerni bioindikatorji izbrani tudi

na državnem nivoju.

Poleg določitve onesnaženosti okolja vzdolž prometnic in njihovega vpliva na neposredno okolico smo z namenom ugotavljanja absolutnega in relativnega vpliva prometnic na onesnaženost okolja naredili tudi prostorske primerjave z območji v okolici večjih točkovnih virov emisij, za katera so (bili) značilni izpusti zelo velikih količin za to raziskavo ciljnih onesnažil, zlasti težkih kovin in PAH-ov (npr. Šaleška dolina s Termoelektrarno Šoštanj, Zgornja Mežiška dolina z rudnikom in topilnico svinca v Žerjavu).

Ugotovili smo, da je vrsta *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. (napihnjena hipogimnija), kljub temu, da spada med kisloljubne vrste za študije onesnaženosti okolja zaradi prometa primerna in jo zato lahko uporabimo v pričujoči raziskavi. Tako je zagotovljena tudi primerljivost s preteklimi raziskavami v Sloveniji.

Na izbranih cestnih odsekih smo naredili **popise epifitskih lišajev**. Dodatno smo popise naredili v MO Koper (kartiranje prisotnosti 3 nitrofilnih vrst epifitskih lišajev (*Xanthoria parietina*, *Physcia adscendes*, *Phaeophyscia orbicularis*)) in v Vipavski dolini. Popise prisotnih vrst epifitskih lišajev smo naredili po slovenski (SI) metodi (Batič, 1991; Batič in Kralj, 1995), ki temelji na ocenah pokrovnosti in številčnosti različnih tipov steljk epifitskih lišajev, in po nemški (VDI) metodi (VDI, 1995), ki temelji na popisu prisotnih vrst epifitskih lišajev znotraj popisne mrežice 2 x 5 kvadratov velikosti 10 x 10 cm.

Poleg popisov epifitskih lišajev smo na 7 različnih lokacijah uporabili tudi metodo akumulacijske bioindikacije. Napihnjeno hipogimnijo smo za **6 mesecev presadili** iz neonesnaženega območja in s prometom obremenjena območja, in sicer na dve različni oddaljenosti od ceste (**neposredno ob cesti in 200 m od ceste**). Ugotovljeno je bilo, da z uporabljenimi analitskimi metodami in metodami zbiranja vzorcev **ni mogoče določati onesnaženost okolja z MTBE**, saj so bile koncentracije onesnažila pod mejo detekcije analitske metode. **Gostota prometa vpliva na količino akumuliranih težkih kovin in PAH-ov** v steljkah lišajev, vendar pa povezava ni strogo linearna, na količino onesnažil poleg same gostote prometa vpliva tudi cestišče (njegov naklon, ovinki – in sicer zaradi količine zaviranja na konkretnem odseku), bližina makadamskih poti ipd.

ANG

The goal of the proposed research projects was **to determine air pollution near different roads** (along motorways and national roads) due to pollutants, such as heavy metals, PAH's and nitrogen, which are very important in diffuse source of emissions – traffic. For the determination of such contamination, the **accumulation and response bioindicators – epiphytic lichens** were used; they were selected as suitable bioindicators at the national level.

In addition to determining the environmental pollution along the roads and their impact on the immediate surroundings also spatial comparisons with areas in the vicinity of large point sources of emissions were done, namely around those, who are characterized by release of very large quantities of pollutants, especially heavy metals and PAH 's (e.g. Šalek Valley with Thermal Power Plant, the Upper Meža valley and smelting of lead in Žerjav).

We found that the lichen species *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. is suitable for the traffic related researches despite the fact that is one of the acidophilic species. This ensures comparability with previous research in Slovenia.

On selected road sections we made the **mapping of epiphytic lichens**. Additionally, the mapping was done in the Municipality of Koper (mapping the presence of 3 nitrophilous species of epiphytic lichen (*Xanthoria parietina*, *Physcia adscendes*, *Phaeophyscia orbicularis*)) and Vipavska Valley. Mapping of epiphytic lichens was done according to the Slovene (SI) method (Batič, 1991; Batič and King, 1995), based on estimates of cover and abundance of different types of epiphytic lichen thalli, and German (VDI) method (VDI 1995) based on the census of the presence of epiphytic lichen species within the census nets 2 x 5 squares of size 10 x 10 cm.

In addition to the inventory of epiphytic lichens the method of accumulation bioindication was used at **7 different road sections**. Epiphytic lichen *Hypogymnia physodes* was **transplanted** from a reference, unpolluted area for the period of six months. At each location samples were exposed at **two different distances from the road (directly beside the road and 200 m away from the road)**. It was found that the analytical methods used and the methods of collecting samples **are not appropriate to determine the environmental contamination with MTBE**, because the concentrations of pollutants were below the detection limit of the analytical method. **Traffic has an impact on the amount of accumulated heavy metals and PAH's in lichens**, but the link is not strictly linear, since the amount of pollutants are in addition to their own traffic density also also connected with the road characteristics (its slope, curves, the proximity of macadamized roads, etc).

3. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu²

Onesnaževanje ekosistemov je eden najpomembnejših okoljskih problemov, saj neposredno (vpliv na zdravstveno stanje in vitalnost osebkov) ter posredno (zmanjševanje primernosti habitatov kot posledica degradacije njihove kakovosti) negativno deluje na žive organizme, vključno z ljudmi. Upošteva promet kot pomemben razpršen emisijski vir je (bilo) najbolj problematično anorgansko onesnažilo svinec (Pb); do sredine devetdesetih let prejšnjega stoletja je bil namreč največji vir emisij Pb v okolje prav promet. Z zmanjševanjem in odpravljanjem svinčevih dodatkov bencinu ter z drugimi ukrepi so se emisije tega elementa bistveno zmanjšale. Vendar je dandanes zrak vzdolž cest zaradi emisij iz prometa še vedno onesnažen z različnimi plinastimi, anorganskimi in organskimi onesnažili, kot so dušikovi oksidi (NO_x), ogljikov monoksid (CO), lahko hlapni ogljikovodiki (VOC), prašni delci in težke kovine. Toksikološko izredno pomembna so tudi nekatera manj znana onesnažila, kot so policiklični aromatski ogljikovodiki (PAH-i) in metil-terc-butil eter (MTBE); prvi nastajajo zaradi nepopolnega izgorevanja in so rakotvorni, slednji pa so nadomestek Pb v bencinskem gorivu in spadajo med potencialno nevarne rakotvorne snovi (Wilfling in sod., 2003; Augusto in sod., 2009; Munzi in sod., 2010).

V okviru raziskave smo poskusili določiti onesnaženost zraka v bližini različno obremenjenih prometnic. Uporabili smo: (i) metodo odzivne bioindikacije (popisi prisotnih vrst epifitskih lišajev na različnih oddaljenostih od ceste in od točkovnih virov onesnaževanja po priznanih in standardiziranih metodah); (ii) metodo aktivne akumulacijske bioindikacije (analiza vsebnosti onesnažil v presajenih lišajih).

Raziskavo vpliva prometa na indeks zračne čistosti smo opravili na 12 izbranih odsekih državnih cest, in sicer Trzin, Starše, Medvode, Komenda, Mojstrana, Frankolovo, Postojna, Predjama, Črnova, Ljubija, Nizka in Ljubno. V začetni fazi uresničevanja

raziskovalnega projekta smo na podlagi pridobljenih podatkov o gostoti prometa na različnih odsekih cest v Sloveniji izbrali za raziskavo primerne cestne odseke, in sicer tiste, ki so s prometom različno obremenjeni, kar omogoča iskanje soodvisnosti med obremenitvijo cest in rastjo epifitskih lišajev, kjer smo naredili popise prisotnih vrst epifitskih lišajev. Na vseh dvanajstih izbranih lokacijah smo naredili popise epifitskih lišajev po slovenski (SI) metodi (Batič, 1991; Batič in Kralj, 1995) in po nemški (VDI) metodi (VDI, 1995). Rezultat popisa epifitskih lišajev po obeh izbranih metodah odzivne bioindikacije je t. i. indeks zračne čistosti, na podlagi katerega smo lokacije oz. območja uvrstili v različne razrede zračne čistosti. Na podlagi popisov epifitskih lišajev smo torej odseke cest (območja), ki so s prometom različno obremenjeni, skušali uvrstiti v različne kakovostne razrede, ki upoštevajo dejansko stopnjo onesnaženosti zraka.

Za popise lišajev smo kot nosilno drevesno vrsto izbrali visokodebelno sadno drevje, praviloma jablano (*Malus domestica* Borkh.). Na vsaki izmed lokacij smo izbrali šest za popise primernih dreves, kar pomeni, da so bila drevesa dovolj stara (obseg drevesa vsaj 40 cm) in nepoškodovana ter da niso rasla v gozdni sestoj. Pazili smo tudi na to, da drevesa niso bila del sadovnjakov (tako smo se izognili vplivu škropljenja na vrstno sestavo lišajev; Videgar-Gorjup, 2001). Na podlagi navedenih kriterijev smo izbrali posamezna drevesa, ki so rasla na pašnikih ali travnikih. Na nekaterih lokacijah smo na deblih dreves zasledili tudi ostanke gnojenja travnikov; takšna drevesa smo zaradi prekritosti lišajev z gnojevko izločili iz raziskave.

Popise lišajev smo opravili na vsaki izmed lokacij praviloma na 3 različnih oddaljenostih od ceste, in sicer je 1. pas obsegal drevesa neposredno ob cestišču (max. 5 m), 2. pas dreves je bil od cestnega roba oddaljen okoli 50 m in 3. pas več kot 150 m. Lokacije smo nato oštevilčili skladno s pasom oddaljenosti od ceste, npr. Frankolovo 1, Frankolovo 2 in Frankolovo 3. Na istih drevesih smo naredili popise po obeh uporabljenih metodah (VDI in SI).

Z namenom, da bi na osnovi pojavljanja epifitskih lišajev določili vrednosti izbranih okoljskih dejavnikov, ki so odvisni od onesnaženja zraka na mestih kartiranja, smo iz literaturnih podatkov (Ellenberg in sod., 1992) izračunali za vsako lokacijo kartiranja povprečne indikacijske vrednosti za toksitoleranco (indeks To: razpon od 1 (za toksične snovi v okolju zelo občutljive vrste) do 9 (zelo odporne vrste)).

Na izbranih odsekih državnih cest, ki so s prometom različno obremenjene, je bila pokritost debel dreves z lišaji zelo različna. Indeksi atmosferske čistosti lišajev (IAP indeksi po slovenski metodi) negativno korelirajo z gostoto prometa (Spearmanov korelacijski koeficient rangov: $R=-0,53$; $p<0,05$), prav tako indeksi po nemški metodi (Spearmanov korelacijski koeficient rangov: $R=-0,49$; $p<0,05$) in tudi število vrst (Spearmanov korelacijski koeficient rangov: $R=-0,73$; $p<0,05$). Oba izračunana indeksa zračne čistosti (IAP in LGW) kot tudi število evidentiranih vrst je odvisno od gostote prometa oz. povprečnega letnega dnevnega prometa, pri čemer je bilo na lokacijah z večjo gostoto prometa evidentiranih bistveno manj različnih vrst lišajev, prav tako so bili na lokacijah z večjo gostoto prometa izračunani nižji indeksi zračne čistosti. Skladno z lastnostjo lišajev, da niso vse vrste enako občutljive na onesnažen zrak, se je izkazalo, da so na lokacijah z večjo gostoto prometa prisotne tiste vrste lišajev, ki so na onesnažen zrak bolj odporne, imajo torej večji indeks toksitolerance (To; Spearmanov korelacijski koeficient rangov: $R=0,61$; $p<0,05$). Upoštevati je potrebno tudi dejstvo, da je zaradi večjih virov onesnaženja lahko v določenih predelih Slovenije posledično tudi splošno

onesnaženje zraka večje in zato tudi stanje epifitske lišajske vegetacije slabše (npr. v širši okolici termoenergetskih objektov, topilnic, cementarn).

Z naraščanjem gostote prometa se manjša obraslost drevesnih debel z epifitskimi lišaji. Na lokacijah z zelo veliko gostoto prometa (povprečni letni dnevni promet (PLDP) > 20.000 vozil) in veliko gostoto prometa (PLDP okoli 12.000 vozil) je bil delež toksitolerantnih vrst zelo velik na vseh treh oddaljenostih od roba cestišča, medtem ko je bil delež vrst z velikim indeksom N zelo majhen. To pomeni, da so bile v zelo velikem deležu prisotne vrste, ki so odporne na splošna zračna onesnažila, hkrati pa so občutljive na evτροφikacijo in dušik (velik prispevek prometa). To sovпада z ugotovitvami drugih raziskav (BATIČ in sod. 2005a, MUNZI et al. 2010), kjer je bilo ugotovljeno, da velike koncentracije dušika skozi daljše časovno obdobje povzročajo negativne učinke (izginjanje nekaterih lišajev) tako na dušikoljubne (nitrofilne) kot tudi na ne-dušikoljubne (ne-nitrofilne) vrste. Na območjih z veliko prometno obremenitvijo lahko uspevajo le na onesnažen zrak najbolj odporne vrste lišajev, vpliv pa je izredno velik tudi na oddaljenosti več kot 100 m stran od roba cestišča. Medtem ko za lokacije z veliko gostoto prometa ugotavljamo velik delež na onesnažen zrak odpornih vrst ne glede na oddaljenost od roba cestišča, pa velja pri občutljivosti na evτροφikacijo poudariti, da se z oddaljenostjo od roba cestišča na lokacijah z veliko oz. zelo veliko gostoto prometa le-ta povečuje (vrst, ki bi bile hkrati zelo odporne na onesnaženje in evτροφikacijo je zelo malo), na lokacijah z manjšo gostoto prometa (PLDP < 10.000 vozil) pa zmanjšuje. To kaže na to, da na vrstno sestavo lišajev na določenem območju najbolj vpliva splošna onesnaženost zraka zaradi prometa (ne le dušik in posledično evτροφikacija temveč tudi prisotnost drugih onesnažil v zraku kot so npr. SO₂, PAH, MTBE, težke kovine). Šele, ko je gostota prometa dovolj majhna, je mogoče neposredno ob cesti evidentirati vrste, ki so občutljive na dušik (to pomeni, da stopnja onesnaženosti ni več tako velika oz. je doza onesnaženosti dosti manjša, zato lahko zaznamo ločen vpliv na acidofilne (manjšanje številčnosti) in nitrofilne (večanje številčnosti) vrste; MUNZI et al. 2010). V takšnih primerih se dlje od roba cestišča pojavljajo tudi vrste, ki so na evτροφikacijo manj občutljive in so tudi manj občutljive na onesnaženje (tudi delež vrst z velikim indeksom toksitolerance se zmanjšuje). Zato ne preseneča dejstvo, da smo vrste *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens* in *Xanthoria parietina*, ki so značilne za z dušikom bolj obremenjena območja, t.j. lokacije, kjer je tudi promet večji (VAN HERK 1999, WILFLING / KOMPOSCH / TRINKAUS 2003, NIMIS / MARTELOS 2008), evidentirali le na lokacijah z manjšo gostoto prometa, pogostejše pa so se pojavljale bližje robu cestišča. Z manjšanjem vpliva prometa na kakovost zraka (manjša gostota prometa in večja oddaljenost od roba cestišča) so torej že takšni pogoji, ki omogočajo rast bolj občutljivih vrst epifitskih lišajev, tako bolj občutljivih na onesnaženje kot tudi na evτροφikacijo.

Onesnaženost zraka s težkimi kovinami in PAH-i smo ugotavljali z metodo presaditve lišajev na 7 izbranih lokacij (Črnova, Slovenj Gradec, Pince, Vransko, Hotemež, Velike Lašče in Frankolovo). Za raziskavo smo uporabili vrsto epifitskega lišaja, in sicer napihnjeno hipogimnijo – *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. Vrsta je relativno odporna na onesnaženje s SO₂ (Hawsworth in Rose, 1970). Lišaje smo za obdobje 6 mesecev presadili iz relativno neonesnaženega okolja na Rogli na izbrane lokacije vzdolž državnih cest. Z napihnjeno hipogimnijo bogato obrastle veje smrek smo odžagali (dolžina ca. 1 m) in jih nato presadili na izbrane lokacije. Veje smo razdelili v dve različni oddaljenosti od cest, in sicer je bil prvi pas v neposredni bližini ceste in drugi pas ca. 200 m od ceste.

Z uporabo epifitskih lišajev in metodo aktivne akumulacijske bioindikacije smo ugotovili,

da promet pomembno vpliva na onesnaževanje zraka s težkimi kovinami in PAH-i, saj so se vsebnosti vseh onesnažil, z izjemo As, katerega promet ni pomemben vir, povečale v primerjavi z začetnimi vsebnostmi v lišajih z Rogle. Ker pa na kopičenje onesnažil v steljkah lišajev poleg same količine onesnažil v zraku vpliva še več drugih dejavnikov, rezultati niso enostavni za interpretacijo. Kljub temu lahko hipotezo, da so zaradi različne gostote prometa količine onesnažil, ki so emitirane v okolje, različne in so zato na lokacijah z večjo gostoto prometa količine onesnažil, ki se v steljkah lišajev kopičijo, večje, potrdimo. Na lokaciji Vransko, kjer je sicer gostota prometa največja, je npr. potrebno upoštevati, da je cesta z padajočim naklonom, ravna cesta in zato manj zaviranja. Tudi drugo hipotezo, ki govori o tem, da imajo težke kovine in PAH-i različne mase in zato se pričakujejo različni vzorci odlaganja – ker so PAH-i lažji, lahko potujejo dlje od vira onesnaženja, lahko potrdimo. Vsebnosti PAH-ov so v drugem pasu praviloma večje kot v pasu neposredno ob cesti, saj so lahki in lahko potujejo nekoliko dlje kot težke kovine. Med različnimi oddaljenostmi od ceste (različni pasovi izpostavitve) na istih lokacijah prihaja do razlik v vsebnostih onesnažil v lišajih; težke kovine se v večji meri kopičijo v lišajih izpostavljenih tik ob cesti, medtem ko se vsebnosti PAH-ov bolj povečajo v lišajih, izpostavljenih dlje od roba cestišča, kar potrjuje našo tretjo delovno hipotezo. Prav tako pa lahko potrdimo tudi našo zadnjo, četrto hipotezo. Vsebnosti PAH-ov, Cd, Zn, Pb, ki so značilni za izpuste iz prometa bolj odražajo gostoto prometa kot onesnažila, katerih emisije zaradi prometa so manjše (na primer As). Vsebnosti težkih kovin Pb, Zn in Cd, ki so značilni za izpuste prometa ter PAH-ovi so se bolj povečale v primerjavi z začetnimi vsebnostmi v lišajih z Rogle kot arzen, ki ni onesnažil, katerega tipičen vir je promet.

4. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev²

V okviru izvedbe projekta je bilo zastavljenih 10 konkretnih ciljev raziskovalnega projekta, in sicer:

1. ugotavljanje vpliva onesnažil/kemičnih agensov iz prometa (in točkovnih virov emisij) na onesnaženost zraka in bioindikatorskih vrst na območju Slovenije – cilj je dosežen;
2. ugotavljanje primernosti uporabe epifitskih lišajev za spremljanje onesnaženosti okolja (zraka) s težkimi kovinami in PAH-i – cilj je dosežen, lišaji so se izkazali za primerne bioindikatorske organizme za ugotavljanje onesnaženosti zraka;
3. ugotavljanje primernosti uporabe epifitskih lišajev za spremljanje onesnaženosti okolja (zraka) z MTBE, ki spadajo v skupino lahko hlapnih ogljikovodikov (VOC) in so zelo topni v vodi – cilj dosežen: ugotovljeno je bilo, da z uporabljenimi analitskimi metodami ni mogoče določati onesnaženosti okolja z MTBE, saj so bile koncentracije onesnažila pod mejo detekcije analitske metode;
4. iskanje povezav med gostoto oz. intenziteto prometa in vsebnostmi onesnažil v izbranih epifitskih lišajih – cilj dosežen: ugotovili smo, da gostota prometa vpliva na količino akumuliranih težkih kovin in PAH-ov v steljkah lišajev;
5. iskanje povezav med gostoto oz. intenziteto prometa in vrstno sestavo epifitskih lišajev – cilj dosežen: ugotovili smo, da so na lokacijah z manjšo gostoto prometa prisotne na onesnažen zrak bolj občutljive vrste epifitskih lišajev;
6. iskanje povezav med vrstno sestavo epifitskih lišajev in oddaljenostjo od vira onesnaženja – cilj dosežen: ugotovili smo, da so dalj od roba cestišča (vplivno območje odvisno tudi od gostote prometa) prisotne na onesnažen zrak bolj

občutljive vrste epifitskih lišajev;

7. ugotavljanje učinkovitosti t.i. »zelenih barier« za prostorsko omejitev vpliva onesnaževanja zaradi prometa v okolico cest – cilj dosežen: ugotovili smo, da so na lokacijah, kjer so bili lišaji izpostavljeni za naravno prepreko (bariero) bile bistveno manjše vsebnosti onesnažil kot na lokacijah, kjer teh barier ni bilo;
8. izdelava elektronske baze podatkov o vsebnostih onesnažil v epifitskih lišajih, ki jo bo na enostaven način mogoče združiti z drugimi bazami tovrstnih podatkov – cilj dosežen, vsi podatki so v elektronski bazi;
9. izdelava elektronske baze podatkov o biodiverziteti epifitskih lišajev preučevanega območja, skupaj s pripadajočimi podatki o občutljivosti posamezne vrste lišaja (bioindikativna vrednost), ki jo bo mogoče združiti z drugimi podobnimi elektronskimi bazami – cilj dosežen: rezultati so v bazi podatkov in jih je mogoče uporabiti tudi v drugih bazah (npr. ko bo vzpostavljen nacionalni program biomonitoringa);
10. ugotavljanje primernosti uporabe napihnjene hipogimnije za raziskave onesnaženosti zraka ob cestah, kjer je zelo problematično tudi onesnaženje z dušikovimi oksidi – cilj dosežen: ugotovili smo, da je vrsta kljub nekoliko večji občutljivosti na bazična onesnažila za raziskave onesnaženosti zraka ob cestah vendarle primerna.

5.Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine⁴

Pomembnih in bistvenih sprememb v programu raziskovalnega projekta ni bilo. Prav tako ni bilo sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine - projekt je podoktorski projekt, kjer je edini član projektne skupine vodja projekta.

6.Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁵

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	3747494	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Uporaba epifitskih lišajev kot kazalnikov kakovosti zraka ob izbranih testnih odsekih cest v Sloveniji
		ANG	The use of epiphytic lichens as bioindicators of air quality along selected road sections in Slovenia
	Opis	SLO	Lišaje smo uporabili kot pasivne odzivne bioindikatorje za ugotavljanje onesnaženosti zraka na lokacijah ob izbranih slovenskih cestah z različno gostoto prometa. S popisi na različnih oddaljenostih od roba cestišča na vsaki izmed izbranih lokacij smo ugotavljali tudi vplivno območje emisij iz prometa na kakovost zraka. Izbrali smo dve različni metodi popisov, in sicer preprosto oceno kakovosti zraka na podlagi številčnosti in pokrovnosti različnih rastnih oblik lišajev (SI metoda) ter zahtevnejšo metodo, ki temelji na beleženju vrst lišajev (metoda VDI). Ugotovili smo, da tudi na lokacijah z zmerno gostoto prometa (povprečni dnevni promet < 20.000) emisije iz prometa vplivajo na kakovost zraka, a le v ozkem pasu ob cesti (< 100 m), saj vrstna sestava lišajev, število različnih vrst ter tudi izračunani indeks izračne čistosti po obeh izbranih metodah kažejo na to, da je na izbranih lokacijah vpliv le v 1. popisnem pasu, torej tik ob cestah, a z oddaljenostjo od ceste hitro upada.
			For the assessment of air quality at locations along selected road sections with different traffic density, epiphytic lichens were used as passive reactive bioindicators. With the mapping at different distances from the roadside at each location, the trafficrelated pollution impact area was

		ANG	assessed. Two different mapping methods were used, specifically the simple assessment of air quality, based on the assessment of frequency and coverage of different lichen growth forms (the SI method), and more demanding one, based on mapping of lichen species (the VDI method). We conclude that at locations with moderate traffic density (average daily traffic < 20,000) the traffic-related emissions have an influence on air quality as well, except that the impact is limited to a narrow zone along the roads (< 100 m). The epiphytic lichen species composition, the number of different lichen species, as well as calculated indexes of air purity according to two different methods indicate influence of traffic-pollution in the first mapping zone (adjacent to roads), with the impact level decreasing with the distance from the roads.
	Objavljeno v		Gozdarski inštitut Slovenije, založba Silvae Slovenica; Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire; Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo; Acta silvae et ligni; 2013; Št. 101; str. 13-22; Avtorji / Authors: Poličnik Helena
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
2.	COBISS ID	3347366	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Vpliv prometa na vrstno sestavo epifitskih lišajev
		ANG	The impact of traffic on the epiphytic lichen species composition
	Opis	SLO	Za ugotavljanje vnosa onesnažil v okolje in njihovega vpliva na življenjsko združbo smo na izbranih odsekih cest uporabili pasivno bioindikacijo, in sicer smo na osmih različnih lokacijah za popise pojavljajočih se vrst epifitskih lišajev uporabili seznam iz nemške popisne metode. Rezultati popisov epifitskih lišajev kažejo na uporabnost teh organizmov v bioindikacijske namene ob cestah; na lokacijah z večjo gostoto prometa smo evidentirali manj različnih vrst lišajev kot na lokacijah z manjšo gostoto prometa. Na cestnih odsekih z zelo veliko gostoto prometa (povprečni letni dnevni promet > 20.000) so se pojavljale izključno na onesnažen zrak najbolj odporne vrste lišajev, medtem ko so se na odsekih cest z nekoliko manjšo gostoto prometa (povprečni dnevni promet okoli 10.000) bliže robu ceste pojavljale manj toksitolerantne, bolj dušikoljubne vrste epifitskih lišajev. Ob teh odsekih cest so se dlje od roba cestišča (t.j. v 2. in 3. popisnem pasu) začele pojavljati tudi na onesnažen zrak bolj občutljive vrste epifitskih lišajev, ki jih na odsekih cest z zelo veliko gostoto prometa tudi na oddaljenosti 100 m od roba cestišča nismo zabeležili.
		ANG	For the assessment of traffic-originated pollutants input into the environment and their impact on biocenosis, the passive bioindication was used at eight selected road sections, where mapping of epiphytic lichen flora was implemented according to a German (VDI) method. The mapping of epiphytic lichens implies that lichens can be used in bioindication studies along roads; indeed, at locations with higher traffic density (average daily traffic > 20,000) fewer lichen species were identified in comparison with locations with lower traffic density. At road sections with very high traffic density only epiphytic lichen species most resistant to pollution were recorded, while less resistant but still highly tolerant to nitrogen pollution lichen species were recorded at road sections with moderate traffic density (average daily traffic around 10,000). At those road sections, the lichen species more sensitive to air pollution also began to occur, which were not recorded at road sections with very high traffic density, not even 100 m away from the roadside.
	Objavljeno v		Gozdarski inštitut Slovenije; Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire; Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo; Zbornik gozdarstva in lesarstva; 2011; št. 96; str. 13-21; Avtorji / Authors: Poličnik Helena
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine⁶

Družbeno-ekonomski dosežek			
1.	COBISS ID	1024450644	Vir: COBISS.SI
Opis	Naslov	SLO	Določitev kakovosti zraka v Mestni občini Koper z uporabo izbranih vrst epifitskih lišajev kot bioindikatorskih organizmov
		ANG	The assessment of air quality in the Municipality of Koper with the use of selected species of epiphytic lichens as bioindicators
		SLO	Za ugotavljanje vnosa onesnažil v okolje in njihovega vpliva na življenjsko združbo sem v Mestni občini Koper uporabila odzivno bioindikacijo na izbranih lokacijah. Onesnaženost sem ocenjevala s pomočjo epifitskih lišajev, in sicer na 16 različnih lokacijah. Popis je bil izveden po dveh metodah: (i) SI metoda, kjer popisujemo vse tri rastne oblike lišajev (listasti, skorjasti in grmičasti) na treh različnih višinah (dnišče, deblo, krošnja) dreveh in (ii) popis izbranih vrst epifitskih lišajev. Po slednji sem popisovala tri vrste lišajev, ki spadajo med na onesnažen zrak bolj odporne vrste epifitskih lišajev in so hkrati dušikoljubni (<i>Xanthoria parietina</i> , <i>Physcia adscendens</i> , <i>Phaeophyscia orbicularis</i>). Rezultati popisa kažejo, da je sama občina obremenjena z avtomobilskim prometom, kar se kaže s pojavljanjem skorjastih in listastih vrst lišajev, ki se pojavljajo v okolju s povečanim onesnaževanjem in s pojavljanjem toksitolerantnih vrst na deblih dreves.
		ANG	In order to determine the input of pollutants and their impact to the environment, I used the method of responsive bioindication on selected streets in the Municipality of Koper. The level of pollution was assessed based on the presence of epiphytic lichens at 16 different locations. The mapping of epiphytic lichens was done according to two methods: (i) the Slovenian method, where all three lichen growth forms (foliose, crustose and fruticose lichens) were mapped at three different tree heights (bottom, trunk, crown), and (ii) the register of selected lichen species, which are toxitolerant to air pollution and are nitrophylic at the same time (<i>Xanthoria parietina</i> , <i>Physcia adscendens</i> , and <i>Phaeophyscia orbicularis</i>). The results of the inventory show that the Municipality of Koper is burdened with road traffic. This is indicated by the presence of crustose and foliose lichens which are found in environments with increased levels of pollution, and by the presence of toxitolerant lichen species on tree trunks.
	Šifra	D.11 Drugo	
	Objavljeno v	[P. Sovdat]; 2012; V, 33 f., [1] f. pril.; Avtorji / Authors: Sovdat Petra	
	Tipologija	2.11 Diplomsko delo	
2.	COBISS ID	1024455252	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Ugotavljanje vpliva prometa na kakovost zraka v Vipavski dolini z lišaji kot bioindikatorji
		ANG	The use of lichens as bioindicators for the assessment of traffic impact on air quality in the Vipava valley
	Opis	SLO	Človek z mnogimi svojimi dejavnostmi onesnažuje okolje. Problem predstavljajo zlasti emisije zračnih onesnažil, katerih kemijska narava je zelo raznolika, saj v zraku najdemo dušikove okside, žveplove spojine, prašne delce, težke kovine in druga onesnažila. Za ugotavljanje čistoče zraka se vedno bolj uporablja lišaje, saj so slednji zaradi svoje preproste zgradbe izredno dovzetni za privzem onesnažil iz zraka. Prisotnost oziroma odsotnost lišajev je tako dober indikator onesnaženosti ozračja. V naši raziskavi smo na petnajstih lokacijah v Vipavski dolini izvedli monitoring

			zraka po slovenski metodi in popis prisotnosti izbranih vrst epifitskih lišajev: <i>Physcia adscendens</i> , <i>Hypogymnia physodes</i> ter <i>Xanthoria parietina</i> . Na podlagi rezultatov smo ugotovili, da je onesnaženost zraka na vseh lokacijah enaka in, da je Vipavska dolina onesnažena z dušikovimi oksidi.
		ANG	Men with many of its activities pollute the environment. Problem is particularly emissions of air pollutants whose chemical nature is very diverse, as nitrogen oxides, sulphur compounds, dust particles, heavy metals and other pollutants are found in the air. The use of lichen to determine the air quality is very common, due to their simple structure and their capability to uptake of pollutants from the air. The presence or absence of lichens is also a good indicator of atmospheric pollution. In our research, we have conducted air monitoring at fifteen locations in the Vipava valley. We used the adjusted Slovenian method – the inventory of the presence of selected species of epiphytic lichens (<i>Physcia adscendens</i> , <i>Hypogymnia physodes</i> and <i>Xanthoria parietina</i>) was done. Based on the results, we found that air pollution is the same in all locations and that Vipava valley is polluted with nitrogen oxides.
		Šifra	D.11 Drugo
		Objavljeno v	[M. Kolenc]; 2012; V, 39 str.; Avtorji / Authors: Kolenc Manca
		Tipologija	2.11 Diplomsko delo
3.	COBISS ID	1123286	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Biomonitoring kakovosti zraka v bližini prometnic in možni ukrepi za zmanjšanje njegovega negativnega vpliva na zdravje ljudi
		ANG	Biomonitoring of air quality near roads and possible measures to alleviate its negative impact on human health
	Opis	SLO	Določali smo vpliv prometa na onesnaženost zraka z ozonom, dušikovimi oksidi in prašnimi delci in s tem opredelili tveganje za zdravje ljudi. Meritve koncentracij zračnih onesnažil (ozon (O ₃), dušikovi oksidi (NO _x), dušikov dioksid (NO ₂) in dušikov monoksid (NO)) so se izvajale s pasivnimi difuzivnimi vzorčevalniki (PDV) ob različno obremenjenih prometnih odsekih (Črnova, Ljubno, Logarska dolina), na treh razdaljah (0–5 m, 5–10 m, nad 20 m) od roba cestišča in na treh višinah (20, 100, 170 cm). S PDV smo izvajali meritve tudi pred in za ograjami, treh različnih izvedb (lesena, plastična, rastlinska), na dveh višinah (100 in 170 cm). Na treh prometnih odsekih in na eni lokaciji na dveh razdaljah so se merile še koncentracije prašnih delcev (PM ₁₀). Odzivna bioindikacija je bila uporabljena za spremljanje vplivov zračnih onesnažil iz prometa na organizme (indikatorska rastlina za ozon – <i>Nicotiana tabacum</i> `Bel W3` in popisi lišajev). Rezultati kažejo, da se z gostoto prometa povečujejo koncentracije zračnih onesnažil. Z oddaljenostjo od roba cestišča se povečujejo koncentracije ozona in zmanjšujejo koncentracije vseh dušikovih oksidov. Ta vzorec je izrazito značilen za prometne odseke z večjo gostoto prometa, kot je Črnova in je manj ali neznačilen za lokacije z manjšo gostoto prometa (Ljubno in Logarska dolina). Meritve koncentracij zračnih onesnažil med 100 in 170 cm višine niso značilno različne, zato sklepamo, da je izpostavljenost otrok in odraslih zračnim onesnažilom, v razdalji do 20 m, enaka. Največje dnevne koncentracije PM ₁₀ so bile izmerjene na lokaciji Črnova, najmanjše v Logarski dolini. Na lokaciji Črnova zaradi občasno povišanih vrednosti PM ₁₀ lahko le te predstavljajo povečano tveganje za zdravje ljudi. Odzivi indikatorske rastline na ozon so bili pričakovani, saj se je njegov negativni vpliv (večji delež poškodovane listne površine) z oddaljenostjo od roba cestišča na vseh lokacijah povečeval. Največ ozonskih poškodb je bilo evidentiranih na lokaciji Črnova. Popisi lišajev so pokazali, da se vplivi emisij iz prometa, kažejo predvsem na bolj obremenjenih prometnih odsekih in v pasu bližje robu cestišča. Promet vpliva na zmanjšano vrstno raznolikost lišajev. Izbrane metode so se

		pokazale za uspešne in zelo primerne za spremljanje kakovosti zraka v bližini prometnic. Protihrupne ograje v leseni in rastlinski izvedbi so lahko učinkovita zaščita ne le pred hrupom ampak tudi pred dušikovimi oksidi (NOx, NO, NO2), ki izhajajo iz prometa. Predlagamo, kjer je gostota prometa več kot 17.000 vozil dnevno, zasaditev rastlinske zaščitne ograje, saj je le ta med vsemi tremi izvedbami ograj najučinkovitejša v zaščiti pred dušikovimi oksidi.
	ANG	The aim of the project task was to determine the impact of transport on air pollution by ozone, nitrogen oxide and dust particles and to assess the risk to human health. Measurements of concentrations of air pollutants (ozone (O3), nitrogen oxides (NOx), nitrogen dioxide (NO2) and nitric oxide (NO)) were carried out with passive diffusion samplers at different road sections (Črnova, Ljubno, Logarska dolina), at three distances (0–5 m, 5–10 m over 20 m) from the edge of the road and at three heights (20, 100, 170 cm). Measurements were also carried out before and after fencing of three different designs (wood, plastic, vegetable), at two heights (100 and 170 cm). At the three road sections concentrations of particulate matter (PM10) were measured. Bioindication response was used to monitor the effects of air pollutants on the organisms (indicator plants for ozone – <i>Nicotiana tabacum</i> `Bel W3` and inventories of lichens). The results show that the concentration of air pollutants increased with traffic density. With the distance from the edge of the road, ozone level increased, while the concentration of nitrogen oxides was reduced. This pattern was highly characteristic of the road sections with high density of traffic, as Črnova, and less or non-characteristic for sites with lower traffic density (Ljubno and Logarska dolina). Concentrations of air pollutants were not significantly different between the height 100 and 170 cm, thus the exposure of children and adults to air pollutants at a distance of 20 m is equal. Maximum daily concentrations of PM10 were measured at the site Črnova and the lower in the Logarska dolina. The occasional elevated levels of PM10 on location Črnova may represent increased risk to human health. Negative impact of ozone on ozone indicator plants (higher proportion of damaged leaf area) with the distance from the edge of the road at all locations increased. After four weeks of continuous exposure, the most injuries were observed at the plants at the location Črnova. Inventories of lichens have shown that the effects of emissions from transport are mainly reflected in a more congested traffic lane segment and closer to the edge of the road. Traffic contributed to reduced diversity of lichen species. Planting a vegetable fence, which will act as effective protection against nitrogen oxides, is recommended in the road sections, where traffic density is of more than 17,000 vehicles per day.
	Šifra	B.06 Drugo
	Objavljeno v	ERICo; 2011; XIII, 99 f.; Avtorji / Authors: Kopušar Nataša, Mazej Zdenka, Poličnik Helena, Savinek Karin
	Tipologija	2.12 Končno poročilo o rezultatih raziskav
4.	COBISS ID	1161686 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO ANG Biomonitoring kakovosti zraka v Sloveniji - uporaba epifitskih lišajev Biomonitoring of air pollution in Slovenia - the use of epiphytic lichens
		Na Univerzi v Novi Gorici je za študente 2. stopnje bilo organizirano predavanje na temo bioindikacije, kjer je vodja projekta imela vabljen predavanje. Povzetek predavanja: Bioindikacija je metoda za določitve stopnje onesnaženja okolja s pomočjo živih organizmov. Le-ti se lahko odzovejo na onesnaženje (na povečane količine onesnažil) bodisi z akumulacijo onesnažil kot so težke kovine, PAH-i, radionuklidi v njihovih tkivih (akumulacijska bioindikacija) ali s tipičnim odzivom na onesnažila (odzivna bioindikacija). Bioindikacijske metode pa

	Opis	SLO	lahko delimo tudi na pasivne in aktivne. V sklopu predavanj bodo predstavljene bioindikacijske metode z uporabo epifitskih lišajev, ki so tudi eni najpogostejše uporabljenih organizmov za tovrstne študije. Lišaji so bili uporabljeni kot akumulacijski in odzivni bioindikatorji v Šaleški dolini, kjer je locirana tudi slovenska največja termoelektrarna, Termoelektrarna Šoštanj s tipičnimi onesnažili kot so NOx, SO2 in težke kovine. Danes je eden pomembnejših virov onesnaženja tudi promet, z NOx kot najpomembnejšim onesnažilom. Lišaje so bili uporabljeni tudi za ugotavljanje onesnaženosti vzdolž cest z različno gostoto prometa.	
		ANG	Bioindication is a method for determination of the level of pollution with the help of living organism. Living organism can react to the pollution (elevated levels of pollutants) either by accumulation of the pollutants such as heavy metals, PAHs, radionuclides ... in their thalli (accumulative bioindication) or by typical response to the pollution (response bioindication). The bioindication methods can be also divided into passive and active bioindication. In this lecture the bioindication methods on the example of epiphytic lichens (which are one of the most often used bioindication organism) will be presented. Lichens have been used as accumulative and response bioindicators in the Šalek Valley in Slovenia. The Slovene largest Thermal Power Plant Šoštanj is located in the Šalek Valley, with typical air pollutants, such as NOx, SO2 and heavy metals. Since major reduction of pollutants emissions have been done in recent decades, the goal of researches was to check whether this improvement is also detectable by epiphytic lichens. One of the most important air pollution sources nowadays is traffic, with the NOx as the most important pollutant. We have used epiphytic lichens also for the determination of pollution along the roads with different traffic density.	
	Šifra		B.04	Vabljen predavatelj
	Objavljeno v		2014; Avtorji / Authors: Poličnik Helena	
	Tipologija		3.25	Druga izvedena dela
5.	COBISS ID			Vir: vpis v poročilo
	Naslov	SLO	Uporaba bioindikacijskih metod	
		ANG	The use of bioindicative methods	
	Opis	SLO	Vodja projekta je v zadnjih letih vključena tudi v študijske procese. Vsebina izvedenega podoktorskega projekta je vključena v redne študijske programe predmetov Ekotoksikologija in Okoljski monitoring na Univerzi na Primorskem, Fakulteti za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije, smer Biodiverziteta, ter v predmet Bioindikacija in biomonitoring na Visoki šoli za ravnanje okolja v Velenju.	
		ANG	Project leader in involved in teaching processes at the University of Primorska (Faculty of Mathematics, Natural Sciences and Information Technologies) in the topics Ecotoxicology and Environmental monitoring, and at the Environmental Protection College Velenje in the topic Bioindication and biomonitoring.	
	Šifra		B.05	Gostujoči profesor na inštitutu/univerzi
	Objavljeno v		Objavljeno v predmetnikih FAMNIT in VŠVO	
	Tipologija		2.05	Drugo učno gradivo

8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine²

/

9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁸

9.1. Pomen za razvoj znanosti⁹

SLO

V okviru pričujočega podoktorskega projekta smo ugotavljali vplive zračnih onesnažil, ki izvirajo iz prometa na okolje vzdolž različno obremenjenih cestnih odsekov. V sklopu projekta sta že nastala dva izvirna znanstvena članka, tretji je še v pripravi. Ker so k projektu bili povabljeni tudi študentje, se je v sklopu projekta lahko preneslo tudi znanje na mlajše generacije; tako sta nastali 2 diplomski (zaključni) nalogi in ena raziskovalna naloga v srednji šoli. Vse ugotovitve, pridobljene v sklopu projekta, so tudi prenesene v redni študijski program, saj so vključene v vsebine več predmetov; vodja projektov je namreč vključena v pedagoške procese Univerze na Primorskem (nosilka predmeta Ekotoksikologija, sodelovanje pri predmetih Okoljski monitoring in pri predmetu Ekoremediacije) ter Visoke šole za varstvo okolja iz Velenja (sodelovanje pri predmetu Bioindikacija in biomonitoring). Vsebine so bile predstavljene tudi študentom Univerze v Novi Gorici (vabljen predavanje). Z vključevanjem rezultatov projektov v študijske procese je dosežen neposreden prenos znanja in tudi približevanje metod in pomena bioindikacije vsem študentom.

ANG

In the context of the present postdoctoral project the effects of air pollutants originating from traffic on the environment along road sections with different traffic density was assessed. The project had already created two original scientific articles; the third is in the pipeline. Since the students were also invited in the framework of the project, the transfer of knowledge to younger generations was done, resulting in two diplomas on 1st degree of Bologna study programme, and one research paper in high school. All findings obtained in the project are also carried over to the regular study program, as they are included in the contents of more subjects; project manager is included in the educational processes of the University of Primorska (the bearer of the subject Ecotoxicology, participation in subject Environmental monitoring and in the subject Ecoremediations) and the Environmental Protection College Velenje (participation in the subject Bioindication and biomonitoring). Contents were also presented to students at the University of Nova Gorica (invited lecture). By integrating the results of the projects in the study process direct transfer of knowledge and also the approximation of methods and the importance of bioindication to all students are made.

9.2. Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

Z izvedbo podoktorskega projekta smo pridobili pomembne podatke o obremenjenosti različnih območij v Sloveniji, in sicer predvsem zaradi vse večjega prometa in prisotnosti iz prometa izhajajočih onesnažil v našem okolju. Podatki so za Slovenijo izjemnega pomena, saj je za državo bioindikacija oz. biomonitoring obvezen, a je izjemno težko zagotoviti finančna sredstva za tovrstne meritve. Pridobljeni podatki bodo tako vključeni v centralno bazo onesnaženosti okolja, ki jih pridobimo s pomočjo bioindikatorjev (skladno z Zakonom o kemikalijah in obveznem okoljskem biomonitoringu). Cilj biomonitoringa kemikalij je namreč pridobiti statistično pomembne količine podatkov, ki naj pokažejo dejanske obremenitve življenjskega okolja in organizmov z določenimi onesnaževali. Dolgoročni cilj je spremljanje trendov stanja v večletnem obdobju. Podatki bodo služili kot podlaga za oceno stanja/tveganja, za uvedbo varstvenih ukrepov, obenem pa bodo omogočili redno spremljanje le-teh po določbah Zakona o kemikalijah v 49., 50., 51. (prepovedi in omejitve) in 51.a členu (biomonitoring kemikalij).

ANG

By conducting postdoctoral project we have gained important information on the burden of the different areas in Slovenia, mainly due to growing traffic and traffic related pollutants in our environment. Data for Slovenia are of the utmost importance, as the country bioindication or biomonitoring is mandatory, but it is extremely difficult to provide funding for such measurements. The data obtained will be included in the central database of environmental pollution, which were gained by using bioindicators (in accordance with the Law on Chemicals and mandatory Environmental biomonitoring). The aim of biomonitoring of chemicals is to obtain a statistically significant amount of data to show the actual loading of the environment and organisms with certain pollutants. The long-term goal is to monitor trends in the

environmental pollution in longer period. The data will serve as a basis for assessment of state or risk for the environment, for the introduction of protective measures, and will enable regular monitoring under the provisions of the Law on Chemicals according to Articles 49, 50, 51 (prohibitions and restrictions) and Article 51a (biomonitoring of chemicals).

10. Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!
Označite, katerega od navedenih ciljev ste si zastavili pri projektu, katere konkretne rezultate ste dosegli in v kakšni meri so doseženi rezultati uporabljeni

Cilj		
F.01	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.04	Dvig tehnološke ravni	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.06	Razvoj novega izdelka	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.08	Razvoj in izdelava prototipa	

	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.11	Razvoj nove storitve	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.12	Izboljšanje obstoječe storitve	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.13	Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.14	Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.15	Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	

	Uporaba rezultatov	
F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.19	Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.20	Ustanovitev novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.24	Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.25	Razvoj novih organizacijskih in upravljaljskih rešitev	

	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.26	Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.27	Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.28	Priprava/organizacija razstave	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.29	Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.30	Strokovna ocena stanja	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.31	Razvoj standardov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.32	Mednarodni patent	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.33	Patent v Sloveniji	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	

F.34	Svetovalna dejavnost	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.35	Drugo	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	

Komentar

/

11. Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!
Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
G.01	Razvoj visokošolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	☐	☐	☐	☐	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	☐	☐	☐	☐	
G.01.03.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.02	Gospodarski razvoj					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	☐	☐	☐	☐	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	☐	☐	☐	☐	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	☐	☐	☐	☐	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	☐	☐	☐	☐	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	☐	☐	☐	☐	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	☐	☐	☐	☐	
G.02.07.	Večji delež izvoza	☐	☐	☐	☐	
G.02.08.	Povečanje dobička	☐	☐	☐	☐	
G.02.09.	Nova delovna mesta	☐	☐	☐	☐	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	☐	☐	☐	☐	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	☐	☐	☐	☐	
G.02.12.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.03	Tehnološki razvoj					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	☐	☐	☐	☐	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	☐	☐	☐	☐	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	☐	☐	☐	☐	

G.03.04.	Drugo:		☐	☐	☐	☐	
G.04	Družbeni razvoj						
G.04.01.	Dvig kvalitete življenja		☐	☐	☐	☐	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja		☐	☐	☐	☐	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave		☐	☐	☐	☐	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti		☐	☐	☐	☐	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe		☐	☐	☐	☐	
G.04.06.	Drugo:		☐	☐	☐	☐	
G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete		☐	☐	☐	☐	
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj		☐	☐	☐	☐	
G.07	Razvoj družbene infrastrukture						
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura		☐	☐	☐	☐	
G.07.02.	Prometna infrastruktura		☐	☐	☐	☐	
G.07.03.	Energetska infrastruktura		☐	☐	☐	☐	
G.07.04.	Drugo:		☐	☐	☐	☐	
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva		☐	☐	☐	☐	
G.09.	Drugo:		☐	☐	☐	☐	

Komentar

/

12. Pomen raziskovanja za sofinancerje¹¹

	Sofinancer		
1.	Naziv	Termoelektrarna Šoštanj d.o.o.	
	Naslov	Cesta Lole Ribarja 18, 3325 Šoštanj	
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:		30.000,00 EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:		27 %
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja		Šifra
		1. biološko relevantna opredelitev onesnaženosti okolja	F.01
		2. povečanje skrbi za okolju prijazno proizvodnjo električne energije	F.02
		3.	
		4.	
		5.	
	Komentar	Izbrani bioindikatorski organizmi so uporabljeni za biološko relevantno opredelitev onesnaženosti okolja v emisijam izpostavljenih območjih, zato je raziskava pomembna tako za odgovorne predstavnike vseh večjih onesnaževalnikov kot tudi za širšo lokalno skupnost v emisijsko prizadetih	

		območjih Slovenije.
	Ocena	Izvedba projekta je pomembna tudi za velike točkovne onesnaževalnike okolja (npr. Termoelektrarno Šoštanj), ki ima kot eno izmed osnovnih paradig poslovanja določeno tudi skrb za okolju prijazno proizvodnjo električne energije.

13. Izjemni dosežek v letu 2013¹²

13.1. Izjemni znanstveni dosežek

Z uporabo epifitskih lišajev kot bioindikatorjev smo ugotavljali kakovost zraka vzdolž prometnic z različno gostoto prometa. Ugotovili smo, da je na območjih, kjer je gostota prometa manjša, prisotnih več različnih vrst epifitskih lišajev, indeksi čistosti zraka so večji (tako po slovenski, kot tudi po nemški metodi). Prav tako so na lokacijah z manjšo gostoto prometa prisotne na onesnažen zrak bolj občutljive vrste epifitskih lišajev (manjši indeks toksitolerance To). Pri ugotavljanju onesnaženosti zraka s težkimi kovinami in PAH-i smo z uporabo akumulacijske bioindikacije ugotovili, da je količina težkih kovin odvisna od gostote prometa. Za ugotavljanje onesnaženosti s PAH-i so lišaji primerni indikatorji, saj so se vsebnosti na vseh lokacijah povečale v primerjavi z začetnimi vsebnostmi, različne so tudi v različnih oddaljenostih od roba cestišča.

13.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

/

C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni
- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja ter obdelavo teh podatkov za evidence ARRS
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki
- so z vsebino zaključnega poročila seznanjeni in se strinjajo vsi soizvajalci projekta

Podpisi:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba
raziskovalne organizacije:*

in

vodja raziskovalnega projekta:

ERICo Velenje Inštitut za ekološke
raziskave d.o.o.

Helena Poličnik

ŽIG

Kraj in datum: Velenje 11.4.2014

Oznaka prijave: ARRS-RPROJ-ZP-2014/47

¹ Napišite povzetek raziskovalnega projekta (največ 3.000 znakov v slovenskem in angleškem jeziku) [Nazai](#)

² Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega projekta in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikost pisave 11). [Nazai](#)

³ Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikost pisave 11) [Nazai](#)

⁴ V primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega projekta, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega projekta oziroma v primeru sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine v zadnjem letu izvajanja projekta, napišite obrazložitev. V primeru, da sprememb ni bilo, to navedite. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

⁵ Navedite znanstvene dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'. [Nazaj](#)

⁶ Navedite družbeno-ekonomske dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Družbeno-ekonomski rezultat iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'.

Družbeno-ekonomski dosežek je po svoji strukturi drugačen kot znanstveni dosežek. Povzetek znanstvenega dosežka je praviloma povzetek bibliografske enote (članka, knjige), v kateri je dosežek objavljen.

Povzetek družbeno-ekonomskega dosežka praviloma ni povzetek bibliografske enote, ki ta dosežek dokumentira, ker je dosežek sklop več rezultatov raziskovanja, ki je lahko dokumentiran v različnih bibliografskih enotah. COBISS ID zato ni enoznačen, izjemoma pa ga lahko tudi ni (npr. prehod mlajših sodelavcev v gospodarstvo na pomembnih raziskovalnih nalogah, ali ustanovitev podjetja kot rezultat projekta ... - v obeh primerih ni COBISS ID). [Nazaj](#)

⁷ Navedite rezultate raziskovalnega projekta iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 6 in 7 (npr. ni voden v sistemu COBISS). Največ 2.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

⁸ Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si/> za posamezen projekt, ki je predmet poročanja [Nazaj](#)

⁹ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)

¹⁰ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)

¹¹ Rubrike izpolnite / prepišite skladno z obrazcem "izjava sofinancerja" <http://www.arrs.gov.si/sl/progproj/rproj/gradivo/>, ki ga mora izpolniti sofinancer. Podpisan obrazec "Izjava sofinancerja" pridobi in hrani nosilna raziskovalna organizacija – izvajalka projekta. [Nazaj](#)

¹² Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega projekta v letu 2013 (največ 1000 znakov, vključno s presledki). Za dosežek pripravite diapozitiv, ki vsebuje sliko ali drugo slikovno gradivo v zvezi z izjemnim dosežkom (velikost pisave najmanj 16, približno pol strani) in opis izjemnega dosežka (velikost pisave 12, približno pol strani). Diapozitiv/-a priložite kot priponko/-i k temu poročilu. Vzorec diapozitiva je objavljen na spletni strani ARRS <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/>, predstavitev dosežkov za pretekla leta pa so objavljena na spletni strani <http://www.arrs.gov.si/sl/analize/dosez/>. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-RPROJ-ZP/2014 v1.03

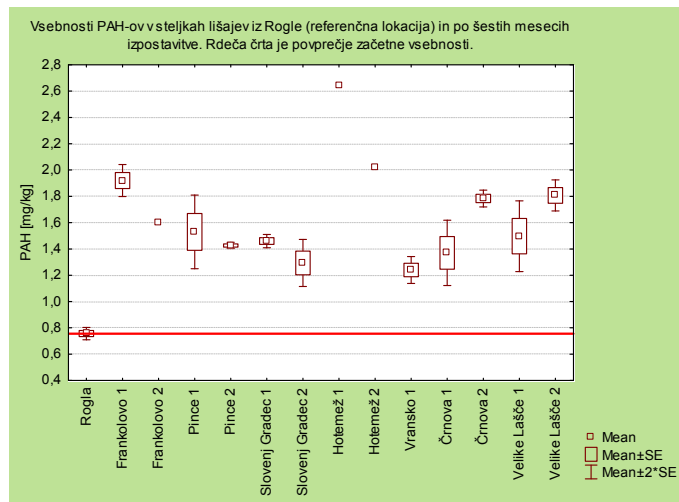
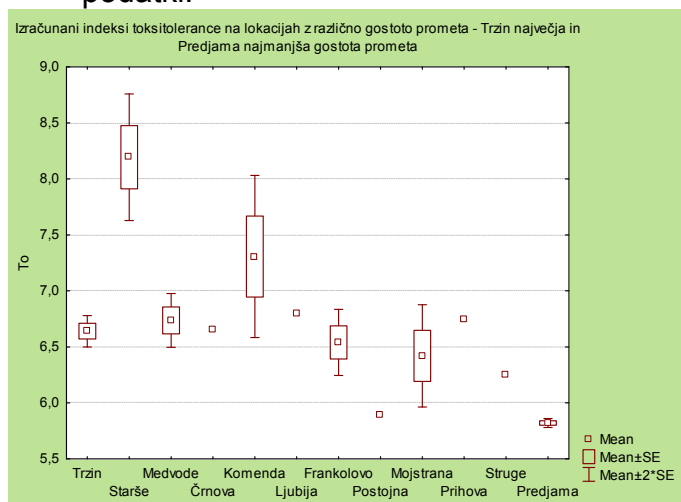
52-16-68-3A-9A-70-28-FC-3F-E8-03-80-AC-6D-B3-79-6D-D6-29-FE

Priloga 1

VEDA Naravoslovje

Področje: 1.08 Varstvo okolja

Dosežek 1: Bioindikacija onesnaženosti zraka zaradi prometa, Vir: Poličnik, H. Uporaba epifitskih lišajev kot kazalnikov kakovosti zraka ob izbranih testnih odsekih cest v Sloveniji. Acta silvae et ligni; 2013; Št. 101; str. 13-22 in še neobjavljeni podatki.



Opis dosežka oziroma učinka

Z uporabo epifitskih lišajev kot bioindikatorjev smo ugotavljali kakovost zraka vzdolž prometnic z različno gostoto prometa. Ugotovili smo, da je na območjih, kjer je gostota prometa manjša, prisotnih več različnih vrst epifitskih lišajev, indeksi čistosti zraka so večji (tako po slovenski, kot tudi po nemški metodi). Prav tako so na lokacijah z manjšo gostoto prometa prisotne na onesnažen zrak bolj občutljive vrste epifitskih lišajev (manjši indeks toksitolerance T_o). Pri ugotavljanju onesnaženosti zraka s težkimi kovinami in PAH-i smo z uporabo akumulacijske bioindikacije ugotovili, da je količina težkih kovin odvisna od gostote prometa. Za ugotavljanje onesnaženosti s PAH-i so lišaji primerni indikatorji, saj so se vsebnosti na vseh lokacijah povečale v primerjavi z začetnimi vsebnostmi, različne so tudi v različnih oddaljenostih od roba cestišča.